CLAVE PARA IDENTIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA PARA 86 ESPECIES DE LA RESERVA FORESTAL CAPARO (BARINAS, VENEZUELA)

Wood macroscopic identification key for 86 species from Caparo Forest Reserve (Barinas, Venezuela)

John A. Parra V.[1] y Jesús Bentancur[2]

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Dendrología[1].Reserva Forestal de Caparo[2]. Mérida, Venezuela. johnpar@ula.ve; bjesus@gmail.com

Resumen

Se presenta el estudio de la estructura macroscópica de la madera para 86 especies colectadas en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). Se realizó la descripción macroscópica y con base a caracteres de diagnóstico, se elaboró una clave dicotómica para identificación. Se logró identificar el 52 % de las especies estudiadas y se crearon grupos en función de las siguientes características: porosidad, presencia de rizos, floema incluso, conductos gomíferos transversales y presencia de parénquima en bandas. Otros caracteres útiles fueron la agrupación y disposición de los poros. La clave fue probada en el campo y se observaron dificultades para su aplicabilidad con muestras recién cortadas por lo que se recomienda su uso con muestras secas.

Palabras clave: anatomía de maderas, taxonomía, identificación, Caparo.

Abstract

The macroscopic wood anatomy of 86 species collected in Experimental Unit from Caparo Forest Reserve (Barinas, Venezuela) is here presented. Descriptions of macroscopical features are done, and an identification key based on diagnostic features is proposed. 52 % of studied taxa are identified. The most important features for identification are: porosity, ripples marks, included phloem, radial canals and banded parenchyma. Other useful features are vessels grouping and arrangement. The key proved to be difficult to use with fresh samples so we recommend its application to dry samples.

Key words: wood anatomy, taxonomy, identification, Caparo.

Introducción

Los bosques tropicales contienen una alta diversidad florística, en ellos muchas especies que se encuentran probablemente aún no son conocidas. Hokche *et al*. (2008) señalan que se han realizado múltiples esfuerzos desde hace algunas décadas mediante las exploraciones botánicas e inventarios florísticos de diferentes regiones con el fin de conocer lo más posible las especies que se encuentran en las diferentes regiones del territorio venezolano. Huber *et al.* (1998) señalan que a nivel regional la mayor riqueza de especies se encuentra en la Guayana, seguida por Los Andes, Cordillera de la Costa y finalmente Los Llanos; además indican que esta última región cubre aproximadamente el 26%

Recibido: 11/02/2014- Aceptado: 20/04/2014

del territorio nacional incluyendo cerca de 3200 especies vegetales. La Reserva Forestal Caparo se encuentra en los llanos occidentales venezolanos, en el estado Barinas. De acuerdo a Terán *et al.* (2010), tiene una superficie de 174.370 ha, de las cuales existe una cobertura boscosa de aproximadamente 7000 ha bajo la figura de Comodato entre la Universidad de Los Andes y el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Lozada (2009) señala que los ecosistemas de la Estación Experimental Caparo constituyen un bloque funcional del último relicto de los llamados Bosques Alisios Colombo-Venezolanos. Guevara *et al.* (2011) señalan que estos bosques son denominados bosque tropical y subtropical deciduo y mesófilo de Colombia y Venezuela (bosque alisio). Con base en esto y debido a la gran diversidad de especies que se encuentran en la Estación Experimental, se han realizado trabajos ecológicos, edáficos, silviculturales y agroforestales. Sin embargo, en el área botánica se han realizado pocos estudios. En el campo de anatomía de la madera se pueden mencionar las investigaciones de León (2012), Araque *et. al.* (2007), Araque & León (2007), Gámez (2006) y León & Espinoza (1995, 1999, 1998, 1997). Sin embargo, sólo los trabajos de León (2012) y León & Espinoza (1995) ofrecen herramientas de identificación que abarcan un amplio rango en lo que a grupos taxonómicos se refiere. Por esta razón, surge el interés de realizar un estudio morfoanatómico, con la finalidad de aportar una herramienta (clave dicotómica) que facilite la identificación de las especies arbóreas a través de caracteres fáciles de observar con el uso de lupa de mano o a simple vista.

Materiales y métodos

El material de estudio (Cuadro 1) fue colectado en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo, entre las picas ocho y ocho auxiliar y otras zonas aledañas. Jurgenson (1994) indica que la estación está ubicada entre las coordenadas geográficas 70°56’40” y 70°57’01” Oeste y entre los 7°24’43” y 7°27’14” Norte; limita por el Norte con el río Caparo, por el Sur con el caño Anarú, por el Este con parte de la Unidad I de la propia reserva, y por el Oeste por terrenos agropecuarios pertenecientes a la Universidad de Los Andes y a varios fundos privados (Guevara 2001) (Figura 1). Desde el punto de vista climático se pueden mencionar las siguientes características: la precipitación promedio anual es de 1750 mm y presenta una marcada estacionalidad; el período seco va de diciembre a marzo-abril y el mes más lluvioso es julio. La humedad relativa varía entre un 59% en enero y 89% en junio (Pezo & Plonczak 2002). La temperatura promedio anual es de 24,6º C (Benitez *et al.* 2004). Las variaciones diarias, de 10-12º C son más amplias que las mensuales, 3-4º C. La insolación media anual de horas de luz directa durante el día es de 4,7 horas/día (Gámez 2006). Con respecto a la vegetación, Ewel *et al.* (1968) señalan que la Reserva Forestal Caparo pertenece a una transición entre las zonas de vida Bosque Húmedo Tropical y Bosque Seco Tropical (Sánchez *et al.* 2008). El área de estudio presenta bosques muy variados, debido a la marcada variación de los

suelos, encontrándose desde bosques muy altos hasta sabanas de gramíneas, y desde bosques deciduos hasta siempre verdes. En cuanto a la composición florística Gámez (2006) señala que los bosques de esta región son muy heterogéneos, a pesar de esto se pueden encontrar un promedio de 45 árb/ha (en individuos mayores a 10 cm). Lozada (2009) indica que se han registrado más de 500 especies vegetales y hay lugares cuya diversidad arbórea supera las 60 especies/ha. Por su parte Hernández & Guevara (1994) elaboraron un listado preliminar en el cual resultaron 93 familias, 237 géneros y 433 especies, siendo Mimosaceae, Papilionaceae, Poaceae, Bignoniaceae, Melastomataceae, Convolvulaceae y Heliconiaceae, las familias más importantes en cuanto a número de especies.

Cuadro 1. Número de las especies depositas en el Herbario MER y Xiloteca MERw.

Familia	Nombre Científico	Nº Herbario	Nº Xiloteca
Acanthaceae	*Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees	054512	X6712
Anacardiaceae	*Anacardium excelsum* (Kunth) Skeel.	---	---
	Astronium graveolens Jacq.	---	X6745
	Spondias mombin L.	054513	X6682
Annonaceae	*Annona montana* Macfad.	054514	X6731
Apocynaceae	*Stemmadenia grandiflora* (Jacq.) Miers	054515	X6716
Araliaceae	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	054516	X6692
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea* (Betol) DC.	---	X6746
	Crescentia amazonica Ducke	054517	X6699
Bixaceae	*Cochlospermum orinocense* (Kunth) Steud.	054518	X6687
	Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	054519	X6683
Boraginaceae	*Cordia thaisiana* G. Agostini	054520	X6698
Burseraceae	*Protium crenatum* Sandw.	054521	X6688
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume.	054522	X6765
Capparaceae	*Crateva tapia* L.	---	X6757
Chrysobalanaceae	*Licania* aff. *apetala* (E. Mey.) Fritsch	054523	X6718
	Hirtella racemosa Lam.	054524	X6725
Combretaceae	*Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud.	054525	X6707
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.	054526	X6694

Euphorbiaceae	*Margaritaria nobilis* L. f.	054527 - 054528	X6730 X6724
	Sapium glandulosum (L.) Morong	054529	X6714
Fabaceae	*Acacia articulata* Ducke	054536	X6727
	Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	054537	---
	Derris hedyosma (Miq.) J.F.Macbr.	054534	X6763
	Fissicalyx fendleri Benth.	054532	X6684
	Inga acuminata Benth.	054538	X6697
	Inga marginata Kunth	054539	X6686
	Inga punctata Will.	054540	X6755
	Inga sp.	---	X6753
	Inga sp2.	---	X6768
	Lonchocarpus crucisrubierae Pittier	054533	X6717
	Lonchocarpus sp.	---	X6741
	Platymiscium pinnatum (Jacq). Dugand	054535	X6702
	Pseudosamanea guachapele (Kunth) Harms	---	X6742
	Pterocarpus acapulcensis Rose	054584	X6703
	Samanea saman (Jacq.) Merr.	---	---
	Senna alata (L.) Roxb.	054530	X6764
	Senna sp.	054531	X6732
	Swartzia leptopetala Benth.	---	X6751
	Zygia latifolia (L.) Fawc. & Rendle,	054541	X6728
Lamiaceae	*Vitex orinocensis* Kunth	---	X6738
Lauraceae	*Nectandra* sp.	054542	X6735
	Ocotea aff. *helicterifolia* (Meisn.) Hemsl.	054543	X6762
Lecythidaceae	*Couroupita guianensis* Aubl.	---	X6743
	Gustavia tejerae R. Knuth	054544	X6708
Malpighiaceae	*Bunchosia argentea* (Jacq.) DC.	---	X6752
Malvaceae	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.	---	X6749
	Guazuma ulmifolia Lam.	054545	X6761
	Goethalsia meiantha (Donn. Sm.) Burret	054546	X6681
	Herrania albiflora Goudot	054585	X6713

	Luehea seenmanii Triana & Planch.	054547	X6691
	Ochroma pyramidale (Lam.) Urb.	054548 - 054549	X6701 X6696
	Pachira quinata (Cav. ex Lam.) Urb.	054550	X6689
Melastomataceae	*Mouriri barinensis* (Morley) Morley	054551	X6705
Meliaceae	*Cedrela odorata* L.	---	X6740
	Guarea guidonia (L.) Sleumer	054552 - 054553	X6721
	Swietenia macrophylla King	054554	X6709
	Trichilia martinana C. DC.	054555	X6719
	Trichilia maynasiana C. DC.	054556	X6766
	Trichilia singularis C. DC.	054557 - 054558	X6595 X6729
	Trichilia trifolia subsp. *pteleifolia* (A. Juss.) T.D. Penn.	054559 - 054560	X6769 X6760
	Trichilia trifolia L. subsp. *trifolia* T. D. Penn.	054561 - 054562	--- ---
Moraceae	*Brosimum alicastrum* Sw.	---	---
	Clarisia biflora Ruiz & Pav.	054563 - 054564	X6720 X6711
	Ficus donnell-smithii Standl.	054565	X6706
	Fícus sp.	---	X6739
	Fícus sp2.	---	X6767
	Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.	054566	X6723
	Trophis racemosa (L.) Urb.	054567 - 054568	X6754 X6737
Myrtaceae	*Myrcia* sp.	054574	X6758
Phyllanthaceae	*Phyllanthus elsiae* Urb.	054573	X6734
Polygonaceae	*Coccoloba caracasana* Meissn.	---	X6748
	Coccoloba padiformis Meissn.	054572	X6700
	Ruprechtia ramiflora (Jacq.) Meyer	---	X6744
	Triplaris americana L.	054571	X6726
Primulaceae	*Clavija ornata* D. Don	---	X6750
	Stylogyne micrantha (Kunth) Mez.	054570	X6736
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum* Lam.	---	X6759
	Zanthoxylum setulosum P. Wilsom	054568 - 054569	X6693 X6710

Salicaceae	*Casearia aculeata* Jacq.	054567	X6756
Sapindaceae	*Cupania americana* L.	054566	---
	Matayba scrobiculata Radlk	054575	---
Sapotaceae	*Chrysophyllum argenteum* Jacq.	054576	X6722
	Pouteria reticulata (Engl.) Eyma	054577	X6685
	Pouteria sp.	054578	X6733
Urticaceae	*Cecropia peltata* L.	054579	X6690
Verbenaceae	*Citharexylum poeppigii* Walp.	054580 - 054581	X6747 X6704
Violaceae	*Hybanthus prunifolius* (Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.) Schulze-Menz	054582	X6715
Vochysiaceae	*Vochysia lehmannii* Hieron.	054583	---

Para la recolección de material (muestras botánicas y de madera) se establecieron transecciones de 500 x 2 m (0,1 ha) en el extremo superior de la Estación Experimental (Figura 2), siguiendo la metodología propuesta por Gentry (1988). Las muestras de madera fueron tomadas a la altura de pecho (1,30 m), a una profundidad de 3,5 cm desde la corteza (Figura 3). El material colectado se incorporó al herbario MER "Carlos Liscano" y la xiloteca MERw de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela). La descripción se realizó según lo indicado por León & Espinoza (1995), León (2002) y Arevalo & Londoño (2005). Se elaboró una clave paralela para la diferenciación e identificación de las especies estudiadas. Para la nomenclatura científica se siguió el sistema de clasificación APG 9.0 (Stevens 2001) y los nombres se verificaron en Tropicos.org (2012) y The Plant List (2010). La clave elaborada se puso a prueba *in situ*, con el fin de analizar y poner en práctica su aplicabilidad, además de mejorar algunos detalles que permitieron una diferenciación más precisa de los taxa encontrados en las transecciones y recorridos realizados.

Resultados y discusión

En el área levantada, se registraron un total de 86 especies, pertenecientes a 35 familias y 72 géneros. La familia mejor representada fue la Fabaceae con 13 géneros y 19 especies (21% del total), dentro de esta familia, la Mimosoideae es la subfamilia más abundante con 6 géneros y 10 especies, Faboideae (5 géneros, 7 especies) y Caesalpinioideae (un género, dos especies).

Para la determinación de especies y elaboración de la clave con base en caracteres macroscópicos de la madera, se establecieron grupos de acuerdo a la presencia de caracteres considerados diagnósticos por Wheeler & Baas (1998) (Cuadro 2).

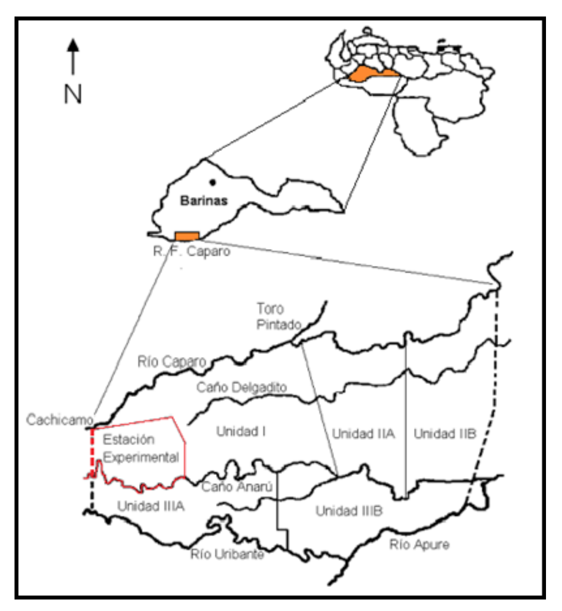


Figura 1. Ubicación de la Reserva Forestal Caparo y de la Estación Experimental (Jurgenson, 1994).

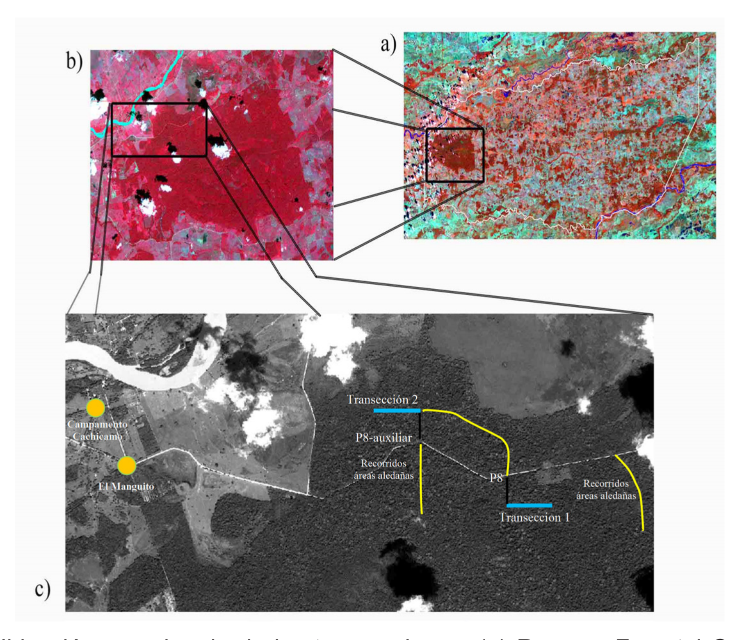


Figura 2. Ubicación aproximada de las transecciones. (a) Reserva Forestal Caparo. (b) Estación Experimental. (c) Transecciones y recorridos en áreas aledañas.

Desde el punto de vista de las características macroscópicas de la madera, de las 86 especies descritas, 45 fueron diferenciadas y 41 no pudieron ser separadas, quedando 38 pareadas y tres opciones con tres especies, ya que los caracteres compartidos son muy similares. El primer caracter considerado para la elaboración de la clave fue el tipo porosidad, esto permitió conformar dos grupos, el primero constituido por las especies con porosidad semicircular (Cuadro 2) (Figura 4) y el segundo con porosidad difusa. En el primer grupo quedaron incluidas *Citharexylum poeppigii*, *Cedrela odorata*, *Pterocarpus acapulcensis* y *Fissicalyx fendleri*, correspondiente al 5% del total de las especies estudiadas, destacando que dentro este grupo se pueden conformar dos subgrupos de acuerdo a la presencia de rizos: el primero corresponde a las especies con rizos: *Fissicalyx fendleri* y *Pterocarpus acapulcensis*. Estas especies son muy similares entre si y no pueden ser separadas en base a las características de la madera. León & Espinoza (1995) las separan en función del tipo de grano y el grado de dureza; sin embargo el material colectado en el presente estudio indica que no hay diferencias notables como para utilizar esos caracteres como elementos de separación. En el segundo subgrupo se encuentra *Cedrela odorata* y *Cytharexylum poeppigii*; el color y el contenido de los poros se consideran los caracteres más adecuados para su separación. Estos caracteres también fueron utilizados por León & Espinoza

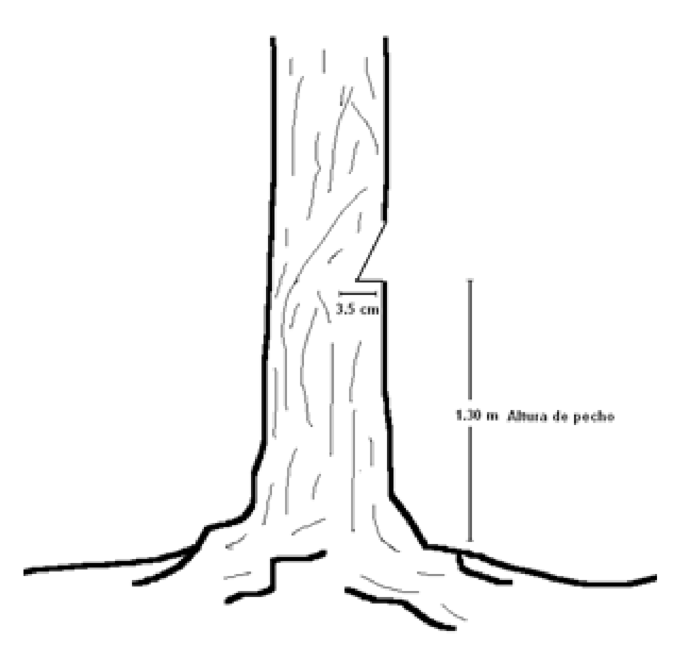
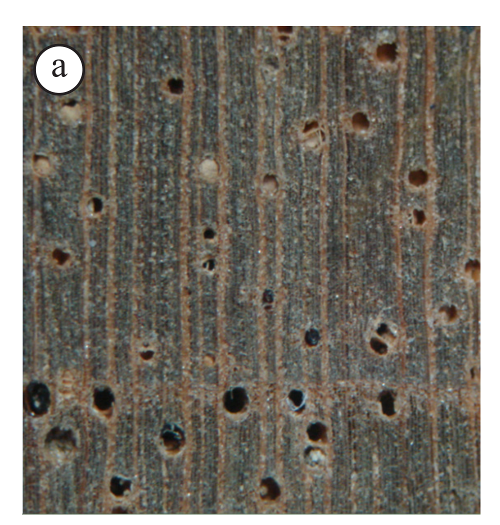


Figura 3. Corte para extraer la muestra de madera (Araque & León 2007).

Cuadro 2. Caracteres de diagnósticos considerados en las especies estudiadas.

Características anatómicas	Nº de especies	Especies
Porosidad semicircular	4	*Fissicalyx fendleri, Pterocarpus acapulcensis, Citharexylum poeppigii, Cedrela odorata*
Poros con disposición tangencial	1	*Tabebuia rosea*
Poros con Disposición radial oblicua	5	*Licania* aff. a*petala*, *Hirtella racemosa, Chrysophyllum argenteum, Pouteria reticulata, Pouteria* sp.
Poros exclusivamente solitario	2	*Licania* aff. a*petala*, *Hirtella racemosa*
Conductos gomíferos transversales	5	*Astronium graveolens, Dendropanax arboreus, Cochlospermum vitifolium, Cochlospermum orinocense, Spondias mombin*
Floema incluso	3	*Mouriri barinensis, Cochlospermum orinocense, Cochlospermum vitifolium*
Rizos	12	*Guazuma ulmifolia, Luehea seenmannii, Goethalsia meiantha, Derris hedyosma, Lonchocarpus crucisrubierae, Lonchocarpus* sp., *Tabebuia rosea, Crescentia amazonica, Platymiscium pinnatum, Swartzia leptopetala, Fissicalyx fendleri, Pterocarpus acapulcensis*



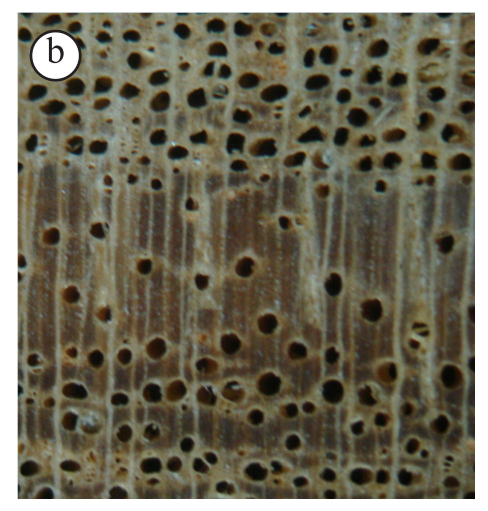


Figura 4. Porosidad semicircular: (a) *Cedrela odorata* y (b) *Cytharexyllum poeppigii*.

(1995). En el segundo grupo (maderas con porosidad difusa) se encuentran 82 especies (95% del total estudiado). Dentro de este grupo, la presencia de floema es una característica importante de destacar, encontrándose en *Mouriri barinenses, Cochlospermum orinocense, C. vitifolium*; la primera (*Mouriri barinesis*) presentó floema incluso del tipo disperso (Figura 5) y las otras dos lo presentan asociado a la bandas de parénquima. El desarrollo de conductos gomíferos transversales (Figura 6) se observó en cinco especies (*Astronium graveolens, Dendropanax arboreus, Cochlospermum orinocense, C. vitifolium* y *Spondias mombin*) y caracteres como tamaño de poros, ancho de radios, grado de dureza y tipo de parénquima fueron útiles en la separación de cada una de ellas. Sólo en el caso de las dos especies del género *Cochlospermum* no se encontró ningún carácter de confiabilidad para establecer su separación. Otro carácter de importancia de diagnóstico es la presencia de rizos (Figura 7) con un total de doce especies (Cuadro 2) de las cuales diez se ubican dentro del grupo con porosidad difusa. Dentro de este subgrupo, los caracteres relacionados con el tipo de parénquima, tamaño y disposición de poros resultaron ser los más adecuados para la diferenciación de especies; aunque no se encontraron elementos confiables para separar dos especies de la familia Malvaceae (*Goethalsia meiantha*, *Loehea seenmanii*, ambas pertenecientes a la subfamilia Grewioideae), así como algunas especies de Fabaceae (*Derris hedyosma* con *Lonchocarpus* sp. y *Swartzia leptopetala* con *Lonchocarpus crucisrubierae*).

El patrón de disposición y agrupación de poros también son elementos importantes en la identificación. En seis especies se encontraron poros con disposición definida: una con disposición tangencial (*Tabebuia rosea*) (Figura 8) y cinco con

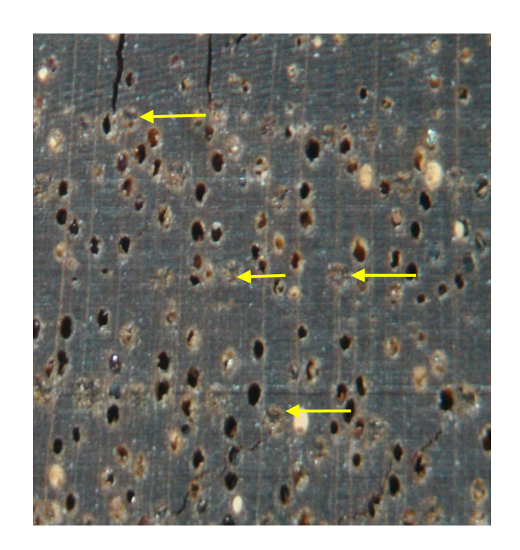


Figura 5. *Mouriri barinenses.* Floema incluso del tipo disperso.

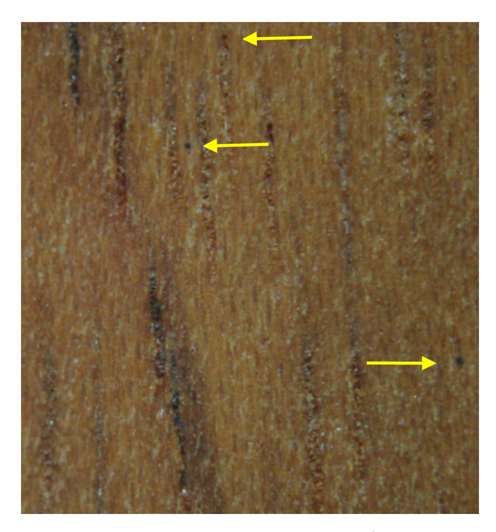


Figura 6. *Astronium graveolens.* Conductos gomíferos transversales.

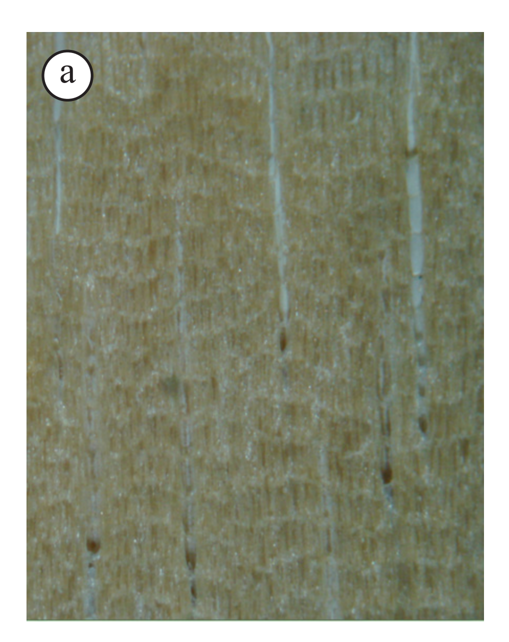




Figura 7. Rizos: (a) *Swartzia* sp. y (b) *Platymiscium* sp.

disposición radial oblicua: dos de la familia Chrysobalanaceae (*Hirtella racemosa, Licania* aff. *apetala*) y tres de la familia Sapotaceae (*Chrysophyllum argenteum, Pouteria reticulata, Pouteria* sp.). El tamaño y agrupación de poros son caracteres valiosos para diferenciar este subgrupo: las Chrysobalanaceae poseen poros grandes y exclusivamente solitarios (Figura 9), mientras que las Sapotaceae tienen poros pequeños a medianos y predominantemente en múltiples radiales cortos y largos. Dentro de la Chrysobalanaceae, las dos especies estudiadas son muy similares y no es posible diferenciarlas con base a caracteres de la madera; mientras que en la Sapotaceae, *Chrysophyllum argenteum* se pueden separar de las especies de *Pouteria* por la presencia de anillos de crecimiento. Para el resto de las especies se utilizó una combinación de características anatómicas y características físicas para su diferenciación. Unos de los caracteres que mayor utilidad proporcionó fue la variación en cuanto a tipos de parénquima: 32 especies presentaron parénquima en bandas y 29 no presentaban este tipo de parénquima. En el primer grupo se incluyeron especies con cualquier tipo de parénquima en bandas (finas, anchas, marginal), las mismas se distribuyeron en 15 familias, siendo las mejor representadas la Fabaceae (subfamilia Mimosoideae), Meliaceae y Moraceae; con seis especies cada una. Entre éstas tres familias se encuentran el 56,25% de las especies del subgrupo de parénquima en bandas. Por haber tanta afinidad taxonómica, era lógico esperar que no todas las especies se pudieran diferenciar y por esta razón,

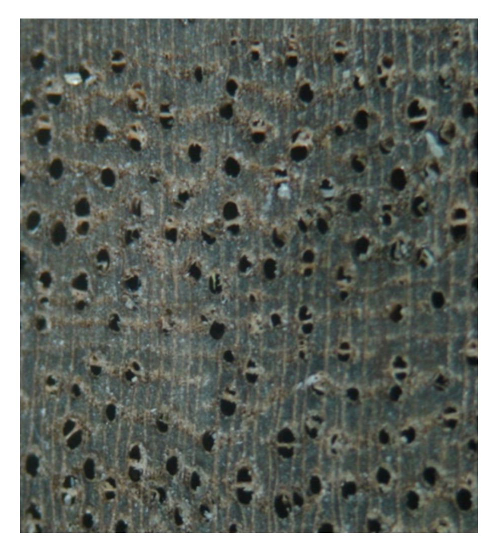


Figura 8. Tabebuia rosea. Poros con disposición tangencial.

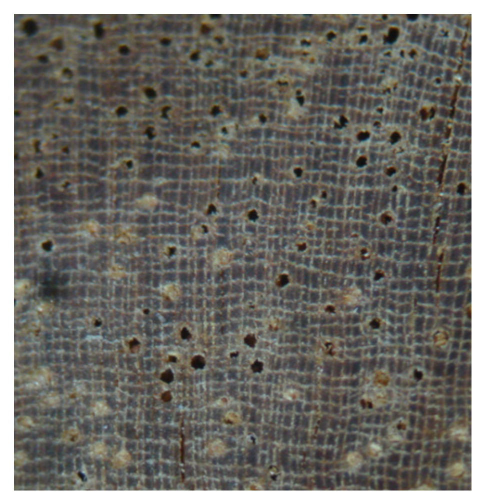


Figura 9. Licania sp. Poros exclusivamente soltarios y parénquima en bandas finas.

en algunas opciones de la clave se puede llegar a 2 ó 3 especies. En resumen, en este subgrupo pueden diferenciarse 19 especies (59,38% del total) mientras que las 13 restantes (40,63%) no son determinadas con precisión. Debe notarse que las especies que no pudieron diferenciarse se encontraban "pareadas" con otras de afinidad taxonómica bien sea a nivel genérico (*Inga acuminata, I. marginata*; *Trichilia martiana, T. trifolia*) o a nivel de familia (Moraceae: *Trophis racemosa, Ficus donnell-smithii*); aunque también esto se observó en especies que no tiene afinidad taxonómica (Phyllanthaceae: *Phyllanthus elsiae,* Rutaceae: *Zanthoxylum caribaeum*).

En el grupo de especies que no presentaron parénquima en bandas, se pueden identificar 14 especies (48,28% del total) mientras que las 15 restantes (51,72%) no pueden ser diferenciadas. Así mismo, es importante señalar en este grupo las especies que quedaron "pareadas" presentaron afinidad taxonómica a nivel de familia (Malvaceae: *Ceiba pentandra, Ochroma pyramidale*; Primulaceae: *Clavija ornata, Stylogyne micrantha*) mas no a nivel genérico. También se presentaron casos de especies sin afinidad taxonómica, quedando agrupadas dentro de un mismo caracter (Apocynaceae: *Stenmadenia grandiflora;* Polygonaceae: *Coccoloba padiformis;* Sapindaceae: *Matayba scrobiculata*).

En comparación con otros trabajos donde se usan caracteres macroscópicos de la madera como medio de identificación; tenemos que Pérez (1981) estudió 148 especies para Latinoamérica, señalando que la identificación a través de caracteres macroscópicos de la madera presenta insuficiencia de rasgos para algunos grupos taxonómicos que tienen gran afinidad, la cual hacen difícil la determinación a nivel de especies. En el presente estudio

se demuestra dicha afirmación, ya que sólo el 52% de las especies reportadas acá, pudieron ser diferenciadas en la clave elaborada. Sin embargo, aunque en algunos casos no se puede llegar a nivel de especies, se puede obtener información a nivel de familia o a nivel genérico tal como ocurre con Chrysobalanaceae o con el género *Pouteria*. Por otra parte, se tienen los trabajos presentados por Pérez (1974, 1977) en los que describió 40 especies de los Llanos Occidentales y 136 maderas de especies de la Guayana Venezolana respectivamente y la obra de Huizzi (1964) quien elaboró una clave para la identificación de maderas comerciales de Venezuela; estos autores lograron separar las especies por caracteres cualitativos y cuantitativos como número y tamaños de poros, anchura y altura de los radios y número de radios por mm, permitiendo la separación y diferenciación de las especies. Entretanto, León & Espinoza (1995), estudiaron 73 especies de la Reserva Forestal Caparo, logrando diferenciar el 91% de las mismas; entre las 73 especies estudiadas, encontraron que *Samanea saman* y *Pseudosamanea guachapele* no pudieron ser diferenciadas con precisión por presentar afinidad taxonómica a nivel de familia (Fabaceae, subfamilia Mimosoideae). León (2002) describió 41 especies de maderas comerciales de Venezuela, logrando diferenciar a través de la clave el 90% de las especies, debido a que la mayoría de éstas pertenecen a diferentes grupos taxonómicos; sin embargo, existe un gran número de especies que comparten características comunes impidiendo su diferenciación en la clave elaborada.

La clave basada en caracteres macroscópicos de la madera para las especies encontradas en la transección, y en las áreas más comunes de la Estación Experimental Caparo, se presenta a continuación.

Clave para las especies

1a.	Porosidad semicircular	2
b.	Porosidad difusa	4
2a.	Rizos presentes	*Fissycalyx fendleri, Pterocarpus acapulcensis*
b.	Rizos ausentes	3
3a.	Depósito blancuzco (calcio) presente en los poros; madera de color amarillo pálido	*Citharexylum poeppigii*
b.	Depósitos blancuzco (calcio) ausente en los poros; madera con albura de color rosáceo y duramen rojo amarillento	*Cedrela odorata*
4a.	Conductos gomíferos transversales presentes	5
b.	Conductos gomíferos transversales ausentes	8

5a.	Poros pequeños; radios finos a medianos	6
b.	Poros medianos a grandes; radios anchos	7
6a.	Madera dura y pesada	*Astronium graveolens*
b.	Madera moderadamente dura y pesada	*Dendropanax arboreus*
7a.	Parénquima en bandas presentes; floema incluso asociado a las bandas de parénquima	*Cochlospermum orinocense, Cochlospermum vitifolium*
b.	Parénquima en bandas ausentes; floema incluso ausente	*Spondias mombim*
8a.	Floema incluso presente	*Mouriri barinensis*
b.	Floema incluso ausente	9
9a.	Rizos presentes	10
b.	Rizos ausentes	16
10a.	Parénquima apotraqueal presente	11
b.	Parénquima apotraqueal ausente	12
11a.	Anillos de crecimiento definidos por zonas de madera tardía de coloración oscura	*Guazuma ulmifolia*
b.	Anillos de crecimiento no definidos	*Luhea seenmannii, Goethalsia meiantha*
12a.	Parénquima marginal presente	13
b.	Parénquima marginal ausente	*Derris hedyosma, Lonchocarpus* sp.
13a.	Poros en disposición tangencial	*Tabebuia rosea*
b.	Poros sin patrón definido de disposición	14
14a.	Poros pequeños	*Crescentia amazonica*
b.	Poros medianos a grandes	15
15a.	Parénquima paratraqueal aliforme, confluente	*Platymiscium pinnatum*
b.	Parénquima predominantemente en bandas anchas	*Swartzia leptopetala*, *Lonchocarpus crucisrubierae*
16a.	Poros con disposición radial oblicua	17
b.	Poros sin patrón definido de disposición	19
17a.	Poros grandes, exclusivamente solitarios	*Hirtella racemosa, Licania apetala*
b.	Poros pequeños, predominantemente múltiples	18

18a.	Anillos de crecimiento definidos por zonas de madera tardías de coloración oscura	*Chrysophyllum argenteum*
b.	Anillos de crecimiento no definidos	*Pouteria reticulata,* *Pouteria* sp.
19a.	Parénquima en bandas presente	20
b.	Parénquima en bandas ausente	44
20a.	Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal	21
b.	Anillos de crecimiento no definidos o definidos por otra característica	31
21a.	Madera blanda y liviana	22
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada	23
22a.	Textura mediana, parénquima aliforme de ala corta presente	*Cecropia peltata*
b.	Textura fina, parénquima aliforme ausente	*Crateva tapia*
23a.	Parénquima paratraqueal vasicéntrico ancho presente	24
b.	Parénquima paratraqueal vasicéntrico ancho ausente	25
24a.	Madera de color amarillo pálido, dura y pesada	*Acacia articulata*
b.	Madera de color marrón muy pálido, moderadamente dura y pesada	*Inga* sp.
25a.	Parénquima en bandas anchas presente	26
b.	Parénquima en bandas anchas ausente	27
26a.	Poros pequeños	*Clarisia biflora,* *Zanthoxylum setulosum*
b.	Poros medianos	*Terminalia oblonga*
27a.	Madera con albura amarilla o tonalidades de amarillo	28
b.	Madera con albura de otro color	30
28a.	Parénquima en bandas finas presente	*Bunchosia argentea,* *Trichilia martiana,* *Trichilia trifolia*
b.	Parénquima en bandas finas ausente	29
29a.	Radios medianos, poros arracimados presentes	*Cordia thaisiana*
b.	Radios finos, poros arracimados ausentes	*Phyllanthus elsiae,* *Zantoxylum caribaeum*

30a.	Madera con albura blanco-rosácea; poros con calcio; rizos ocasionalmente presentes	*Swietenia macrophylla*
b.	Madera con albura gris rosáceo; poros sin calcio; rizos ausentes	*Trichilia singularis*
31a.	Parénquima en bandas anchas presente	32
b.	Parénquima en bandas finas presente	38
32a.	Madera blanda y liviana	*Ficus* sp.
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada	33
33a.	Radios finos a medianos	*Vochysia lehmanii*
b.	Radios exclusivamente finos	34
34a.	Parénquima paratraqueal aliforme presente	35
b.	Parénquima paratraqueal aliforme ausente	37
35a.	Madera con albura de color rosado	*Guarea guidonia*
b.	Madera con albura de color amarillo, amarillo pálido	36
36a.	Parénquima en bandas zigzagueantes	*Maclura tinctoria*
b.	Parénquima en bandas no zigzagueantes	*Zygia latifolia*
37a.	Anillos de crecimiento definidos	*Trophis racemosa*, *Ficus donnel-smihtii*
b.	Anillos de crecimiento no definidos	*Inga marginata*, *Inga acuminata*
38a.	Radios anchos presentes	*Gustavia tejerae*
b.	Radios finos a medianos	39
39a.	Madera blanda y liviana	*Annona montana*
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada	40
40a.	Anillos de crecimiento definidos	41
b.	Anillos de crecimiento no definidos	42
41a.	Madera de color amarillo, moderadamente dura y pesada	*Couroupita guianensis*
b.	Madera de color rosado, dura y pesada	*Myrcia* sp.
42a.	Parénquima aliforme, confluente presente	43
b.	Parénquima aliforme y confluente ausentes	*Triplaris americana*
43a.	Madera de color marrón rojizo	*Trichilia maynasiana*
b.	Madera de color amarillo	*Inga punctata*, *Brosimum alicastrum*

44a.	Radios anchos presentes	45
b.	Radios finos y/o medianos	47
45a.	Poros grandes, madera blanda y liviana	*Ceiba pentandra, Ochroma pyramidale*
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada, poros pequeños	46
46a.	Madera de color marrón muy pálido, parénquima apotraqueal difuso en agregados	*Herrania albiflora*
b.	Madera de otro color, parénquima no observable a nivel macroscópico	*Clavija ornata, Stylogyne micrantha*
47a.	Madera blanda y liviana	48
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada	49
48a.	Parénquima aliforme de ala corta presente; poros medianos y grandes	*Anacardium excelsum, Trema micrantha*
b.	Parénquima aliforme ausente; poros pequeños	*Senna alata*
49a.	Parénquima predominantemente vasicéntrico ancho	50
b.	Parénquima predominantemente de otro tipo	51
50a.	Poros pequeños	*Albizia niopoides*
b.	Poros medianos a grandes	*Inga* sp., *Pseudosamanea guachapele, Samanea saman*
51a.	Madera blanda y liviana	*Ocotea* aff. *helicterifolia*
b.	Madera moderadamente dura y pesada a dura y pesada	52
52a.	Radios de dos tamaños presentes	*Pachira quinata*
b.	Radios de dos tamaños ausentes	53
53a.	Radios medianos	54
b.	Radios finos	55
54a.	Poros pequeños, madera moderadamente dura y pesada	*Trichanthera gigantea*
b.	Poros medianos a grandes; madera dura y pesada	*Vitex orinocensis*
55a.	Anillos de crecimiento definidos a ligeramente definidos	56
b.	Anillos de crecimiento no definidos	60
56a.	Parénquima paratraqueal vasicéntrico, fácilmente observable	*Nectandra* sp.

b.	Parénquima difícil de observar a nivel macroscópico	57
57a.	Madera de color rojo pálido	58
b.	Madera de color amarillo pálido	59
58a.	Parénquima marginal presente	*Sloanea guanensis*
b.	Parénquima marginal ausente	*Coccoloba caracasana*
59a.	Madera moderadamente dura y pesada; poros pequeños a medianos	*Sapium glandulosum*
b.	Madera dura y pesada; poros exclusivamente pequeños	*Hybanthus prunifolius*
60a.	Poros medianos	*Margaritaria nobilis*, *Senna* sp.
b.	Poros pequeños	61
61a.	Madera con albura de color amarillo o tonalidades de amarillo	62
b.	Madera con albura de otro color	63
62a.	Parénquima apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal vasicéntrico delgado	*Casearia aculeata*
b.	Parénquima difícil de observar	*Stemmadenia grandiflora*, *Coccoloba padiformis*, *Matayba scrobiculata*
63a.	Madera con albura de color blanco rosáceo	*Protium crenatum*
b.	Madera con albura de color rojo pálido	*Ruprechtia ramiflora*

Conclusiones

Se logró la diferenciación del 52% de las especies estudiadas. Los caracteres más resaltantes para la separación de las especies son tipo de porosidad (semicircular), patrón definido de disposición de los poros, poros exclusivamente solitarios, presencia de floema incluso, conductos gomíferos y rizos. Para el resto de las especies se utilizó una combinación de características anatómicas y características físicas para su diferenciación. En el presente estudio se evidenció que la aplicabilidad de la clave a través de caracteres macroscópicos de la madera *in situ* es un poco difícil, debido a que la misma fue elaborada con muestras secas; en este sentido, hay que indicar que cuando se intenta identificar una especie con muestras frescas, hay características anatómicas que no se observan, debido al contenido de humedad, haciendo imposible la determinación de algunas especies, por lo que es recomendable hacerlas después que éstas hayan perdido cierto contenido de humedad.

Referencias bibliográficas

ARAQUE, A. & W. LEÓN. 2007. Anatomía comparada del leño de ***Spondias mombin*** L. (Anacardiaceae)

que crece en zonas de banco y bajío de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Rev. Forest. Venez.* 50(1): 9-17.

ARAQUE, O., W. LEÓN & C. HERNÁNDEZ. 2007. Anátomia Xilemática de lianas de la familia Bignoniaceae en la Reserva Forestal de Caparo (Barinas, Venezuela). *Acta Bot. Venez.* 30: 191-215.

AREVALO, F. & A. LONDOÑO. 2005. *Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el departamento de Tolima*. Corporación autónoma Regional del Tolima. Impresiones conde. Ibagué, Colombia.

BENITEZ, M., D. SÁNCHEZ, E. ARENDS, A. VILLARREAL & J. CEGARRA. 2004. Cambios originados en la composición florística del bosque al aplicar el método tradicional de explotación forestal vs. un método planificado, en la Reserva Forestal Caparo. Barinas, Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 36: 1-14

ESPINOZA, N. & W. LEÓN. 2002. *Identificación macroscópica de 64 maderas latifoliadas de Latinoamérica*. Ediciones Fundación IFLA. Serie Madera N° 2. Mérida.

EWEL, J., A. MADRIZ & J. TOSI. 1968. *Zonas de Vida de Venezuela.* Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. MAC-FONAIP. Caracas. Venezuela.

GÁMEZ, L. 2006. *Anatomía foliar y xilemática de cuatro especies de Sterculiaceae en la Reserva Forestal Caparo*. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida, Venezuela. Tesis de *Magister Scientiae*

GENTRY, A. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 75: 1-34.

GUEVARA, J. 2001. *Recursos fitogenéticos y relaciones florísticas de la flora arbórea en las comunidades forestales de la estación Experimental Caparo, estado Barinas*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. Trabajo especial de grado para M.Sc.

GUEVARA, J., O. CARRERO, O., M. ILIJA, H. REINTHALES, H. & L. RODRÍGUEZ. 2011. *Importancia de la Estación Experimental Caparo ante la pérdida de biodiversidad en los Llanos del Orinoco.* Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida, Venezuela. http://eventos.saber.ula.ve/eventos/documentos/caparo2011/conferencias/conf_jose_guevara.pdf

HERNÁNDEZ, C. & J. GUEVARA. 1994. *Especies vegetales de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo*. Cuaderno de Comodato ULA-MARNR, Nº 23. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

HOKCHE, O. & P. BERRY. 2008. Análisis florístico. En: *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela.* Hocke, O., P. Berry & O. Huber (Editores). Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.

HUBER, O., R. DUNO, R. RIINA, F. STAUFER, L. PAPATERRA, A.

JÍMENEZ, S. LLAMOZAS, & G. ORSINI. 1998. *Estado actual del conocimiento de la Flora en Venenzuela.* Documentos técnicos de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica, 1. Caracas, Venezuela.

HUIZZI, A. 1964. *Anatomía macroscópica de algunas maderas comerciales de Venezuela y clave para su identificación*. Trabajo especial presentado grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

JURGENSON, O. 1994. *Mapa de vegetación y uso actual del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas*. Cuaderno comodato ULA-MARNR. Nº 22. ULA-Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

LEÓN, W. 2012. Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Rev. Forest. Venez.* 56: 167-195.

LEÓN, W. 2002. *Anatomía e Identificación Macroscópica de Maderas*. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

LEÓN H., W. & N. ESPINOZA DE P. 1999. Variabilidad de la madera de ***Cordia thaisiana*** (Boraginaceae) en sentido longitudinal. *Rev. Forest. Venez*. 43(1): 33-41.

LEÓN H., W. & N. ESPINOZA DE P. 1998. Variabilidad de la madera de ***Cordia thaisiana*** (Boraginaceae) en sentido transversal. *Rev. Forest. Venez* . 42(1): 15-23.

LEÓN H., W. & N. ESPINOZA DE P. 1997. Variación del espesor de albura en árboles de ***Cordia thaisiana*** Agostini (Boraginaceae). *Pittieria* 26: 7-19.

LEÓN, W. & N. ESPINOZA. 1995. *Características macroscópica y descripción macroscópica de 73 maderas de la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas (Venezuela).* Comodato ULA-MARNR. Cuaderno Nº 24. Mérida, Venezuela.

LOZADA, J. 2009. *Informe sobre el proceso de invasión y daños al patrimonio científico y en Biodiversidad, incluyendo extracción ilegal de madera, en la Estación Experimental Caparo (EEC), Reserva Forestal Caparo, Estado Barinas*. http://www.forest.ula.ve/sitioweb/originales/Informe%20INVASION%20CAPARO,%20ENERO%202009_1.pdf

PÉREZ, A. 1981. *Identificación macroscópica de algunas especies de Latinoamérica*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Departamento de Botánica. Mérida, Venezuela.

PÉREZ, A. 1977. *Identificación Microscópica de Algunas Maderas de la Guayana Venezolana*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida Venezuela.

PÉREZ, A. 1974. *Identificación macroscópica de algunas maderas de Los Llanos Occidentales de Venezuela*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela.

PEZO, M. & M. PLONCZAK. 2002. Agroforestería en fincas sobre planicies inundables en el área de influencia de la Reserva Forestal Caparo. *Rev. Forest. Venez*. 46 (2): 11-17

SÁNCHEZ, D., E. ARENDS, A.

VILLARREAL A. & J. SERRANO. 2008. Composición florística de la regeneración natural en áreas de aprovechamiento forestal, Estación Experimental Caparo, Barinas-Venezuela. *Rev. For. Lat.* 23 (1): 35-52

STEVENS, P. 2001. *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 9, June 2008 [and more or less continuously updated since]. Recuperado el 10 de septiembre del 2009. http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/.

THE PLANT LIST (2010). *The plant List: a working list of all plant species.* Version 1. Published on the Internet. **http://www.theplantlist.org/**

TERÁN, O., N. QUINTERO, M. ABLÁN & J. ABLÁNJ. 2010. Simulación social de multiagentes: caso Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. *Interciencia*. 35(9): 696-703.

TROPICOS.ORG. 2012. Tropicos. [on-line], http://www.tropicos.org/

WHEELER, E. & P. BAAS. 1998. Wood identification-A Review. *IAWA. Journal* 19:241-264.